

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»

УТВЕРЖДЕНО

Ученым советом биологического факультета
протокол № 9 от 13 марта 2014 г.

Программа вступительных испытаний
в аспирантуру по направленности
«Биофизика» (03.01.02)

Нижний Новгород, 2014

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Предмет и задачи биофизики. Биологические и физические процессы и закономерности в живых системах. Методологические вопросы биофизики. История развития отечественной биофизики.

Кинетика биологических процессов

Основные особенности кинетики биологических процессов. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологических систем. Понятие адекватности модели реальному объекту. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие о фазовой плоскости и фазовом портрете системы. Временная иерархия и принцип “узкого места” в биологических системах. Быстрые и медленные переменные. Кинетика ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Ментен.

Стационарные состояния биологических систем. Устойчивость стационарных состояний. Триггерные свойства систем. Силовое и параметрическое переключение триггера.

Термодинамика биологических процессов

Классификация термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакций. Термодинамическое сопряжение реакций и тепловые эффекты в биологических системах.

Понятие обобщенных сил и потоков. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера. Термодинамика транспортных процессов. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина.

Структура и функционирование биологических мембран

Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Подвижность мембранных белков. Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах.

Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектрогенез

Транспорт неэлектролитов. Простая диффузия. Ограниченная диффузия. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Облегченная диффузия.

Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана-раствор. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Уравнения постоянного поля для потенциала и ионного тока. Проницаемость и проводимость. Соотношение односторонних потоков (соотношение Уссинга). Активный транспорт. Na^+K^+ -насос. Потенциал покоя, его происхождение. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном

транспорте ионов через биологические мембраны. Модель параллельно функционирующих пассивных и активных путей переноса ионов. Потенциал действия. Роль ионов Na^+ и K^+ в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах. Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Воротные токи. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам.

Биофизика фотобиологических процессов

Схема электронных возбужденных состояний макромолекул. Синглетные и триплетные возбужденные уровни. Переходы между ними. Особенности триплетного возбужденного состояния. Типы реализации электронных возбужденных состояний в биосистемах. Фотохимические превращения при естественных и искусственных процессах. Биолюминесценция. Миграция энергии в биосистемах. Индуктивно-резонансный механизм миграции энергии. Его особенности, условия возникновения, типы, критерии. Значение при фотосинтезе. Фоторецепция. Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина. Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов: фототропизм.

Радиационная биофизика

Значение изучения действия ионизирующих излучений на клетку. α -, β - и γ - излучения. Физико-химические эффекты, вызываемые ими в ткани. Плотность ионизации. Характеристика ионизации, создаваемой α -, β - и γ - излучениями. Относительная биологическая эффективность. Единицы дозы, применяемые для измерения разных видов излучения. Типы биологических эффектов действия ионизирующих излучений. Основные принципы количественной радиобиологии. Механизмы первичного действия радиоактивных излучений на клетки. Прямой и непрямой путь. Особенности первичного действия. Вторичные реакции лучевого поражения. Особенности действия радиоактивных излучений при попадании радиоактивных изотопов внутрь организма. Пути проникновения. Особенности распределения внутри организма. Факторы, влияющие на распределение. Факторы, определяющие токсичность действия радиоактивных изотопов при их попадании внутрь организма.

Вопросы для контроля

1. Предмет биофизики, ее подразделение, методы. Роль русских и зарубежных ученых в развитии биофизики.
2. Биоэнергетика и ее задачи. Особенности приложения законов термодинамики к биологическим системам.
3. Первый закон термодинамики. Его значение в биофизике. Методы изучения приложимости I закона термодинамики к биосистемам. Доказательства приложимости I закона термодинамики к биосистемам.
4. Второй закон термодинамики и его приложимость к биосистемам. Значение функции энтропии в биосистемах.

5. Свободная энергия и работоспособность биосистем. КПД биологических процессов.
6. Расчет стандартной свободной энергии в биосистемах исходя из связи свободной энергии и химического потенциала.
7. Свободная энергия активации в биосистемах.
8. Биологические системы как открытые системы. Уравнение Пригожина.
9. Соотношения Онзагера.
10. Стационарное состояние биосистемы. Свойства стационарных состояний.
11. Основные методы решения математических моделей в биологической кинетике.
12. Стационарная кинетика ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Ментон.
13. Критерий устойчивости стационарных состояний по Ляпунову.
14. Модель проточного культиватора как пример стационарной системы с различными стационарными состояниями.
15. Типы особых точек в биосистемах. Колебательные системы. Модель Вольтерра.
16. Триггерные свойства биосистем.
17. Схемы электронных возбужденных состояний, синглетное и триплетное возбужденные состояния, их особенности и значение в биосистемах.
18. Молекулярные основы зрительной рецепции.
19. Фототропизм.
20. Миграция энергии в биосистемах. Индуктивно-резонансный механизм миграции энергии (FRET).
21. Билюминесценция.
22. Перекисное окисление липидов и хемилюминесценция.
23. Структурно-функциональная организация биологических мембран.
24. Пассивное проникновение веществ через мембрану, простая диффузия.
25. Облегченная диффузия.
26. Активный транспорт через мембрану. Структура и механизм работы Na^+/K^+ -АТФазы.
27. Уравнение Гольдмана.
28. Потенциал покоя как совокупность пассивной и активной компонент.
29. Природа потенциала действия, уравнение Ходжкина-Хаксли.
30. Возбудимые ионные каналы.
31. Действие ионизирующих излучений на биологические системы, биологическая эффективность разных типов излучений.
32. Принципы количественной радиобиологии.
33. Особенности первичного действия ионизирующих излучений на организм.
34. Механизм первичного действия ионизирующих излучений.
35. Особенность вторичных реакций лучевого поражения.
36. Пути проникновения радиоактивных изотопов в организм, факторы, влияющие на распределение радиоактивных изотопов внутри организма.
37. Факторы токсического действия радиоактивных изотопов при попадании внутрь организма.

Рекомендуемая литература

1. Антонов В.Ф. Биофизика. Учебник для ВУЗов. М.: ВЛАДОС 2000. 288 с.
2. Артюхов В.Г., Башарина О.В. Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции внутриклеточных процессов. - Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2012.
3. Артюхов В.Г. Биофизика, Издательство: Академический Проект, Деловая книга, 2009.

4. Биофизика сенсорных систем / Под ред. В.О. Самойлова. – СПб.: ИнформМед, 2007 – 288 с.
5. Биофизика: Учебник для медицинских институтов /Под ред. Ю.А.Владимирова - М.: Медицина, 1983.
6. Блюменфельд Л.А. Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 160 с.
7. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика: Практический курс. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720 с.
8. Владимиров Ю.А. Физико-химические основы патологии клетки. Курс лекций. 2007. 100 с.
9. Волькенштейн М.В. Биофизика. – М.: Наука, 1988. – 592 с.
10. Губанов Н.И., Утепбергенов А.А. Медицинская биофизика. – М.: Медицина, 1978. – 336 с.
11. Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика. – М.: Мир, 2009. – 551 с.
12. Иваницкий Г.Р., Кринский В.И., Сельков Е.Е. Математическая биофизика клетки. – М.: Наука, 1978. – 311 с.
13. Костюк П.Г. и др. Биофизика, 1988.
14. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 448 с.
15. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. Учебник для вузов. 2003. 506 с.
16. Рубин А.Б., Пытьева Н.Ф., Ризниченко Г.Ю. Кинетика биологических процессов. – М.: МГУ, 1987. – 304 с.
17. Рубин А.Б. Биофизика. Т.1,2. М.: Издательство МГУ, 2004.
18. Рубин А.Б. Лекции по биофизике, 1994.
19. Самойлов В.О. Медицинская биофизика. – СПб: СпецЛит, 2007. – 560 с.
20. Шредингер Э. Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки. – Москва – Ижевск: РХД, 2002. – 92 с.